

Frequently Asked Questions (FAQs):

報告書に関する質問集 日本語版

FAQ 1.1：海洋と雪氷圏の変化は、地球上の私たちの生活にどのように影響するのか？

海洋と雪氷圏は地球上の気候と気象を調整し、食料と水を供給し、経済・貿易・輸送を支え、文化を形成し、私たちの福祉に影響を与える。地球の海洋と雪氷圏の最近の変化の多くは人間の活動の結果であり、すべての人の生活に影響を及ぼす。温室効果ガス（GHG）の排出を大幅に削減すれば、数十億人の人々への悪影響を減らし、環境の変化に適応しやすくなる。教育を改善し、科学的知識と先住民の知識及び地域の知識を組み合わせることで、コミュニティが今後の課題にさらに取り組めるようになる。

海洋と雪氷圏（地球の凍結部分の総称）は、地球の気候と生命を与えるプロセスに不可欠である。

海洋と雪氷圏の変化は自然に発生するが、現在起こっている地球規模の変化の速度・大きさ・広がり、は、数千年以上にわたって観察されてきたものとは異なっている。過去数十年間に観察された海洋と雪氷圏の変化の大部分は、地球の気候に対する人間の影響の結果であることを示す証拠がある。

私たちは誰もが、気候や天気を規定している海洋及び雪氷圏の役割から恩恵を受けている。海洋は、産業革命以来、人間が化石燃料の燃焼から放出した二酸化炭素の約 3 分の 1 と、地球システム内の余剰熱の大部分（90%以上）を吸収してきた。このように海洋は、人類や生態系が陸上で経験する温暖化を遅らせている。雪と氷の反射面は、地球が吸収する太陽のエネルギー量を減らす。この効果は雪と氷が融けるにつれて減少し、北極圏全体の温度上昇の増幅に寄与する。また、海洋と雪氷圏は、海から来る雨と雪、そして山域・極域の雪と氷河からの融解水によって、水資源を提供することで生命を支えている。

現在 20 億人近くが沿岸部に居住し、約 8 億人が海拔 10m 未満の土地に住んでいる。海洋は、沿岸住民の食料・経済・文化・福祉を直接支えており（FAQ 1.2 を参照）、さらに多くの人々の生計は、食料・貿易・輸送を通じて海と密接に結びついている。魚介類はヒトの食事中的非穀類タンパク質の約 17%を占め、国際的な輸出入の少なくとも 80%が海運を利用している。しかし海洋は、沿岸住民とインフラ、特に低平地沿岸域にハザ

ード（危険）ももたらす。これらの地域の人々は、ますます熱帯低気圧・海洋熱波・海面水位の上昇・沿岸洪水・地下水資源への塩水侵入にさらされている。

高山域と北極圏では、約 7 億人が雪氷圏と密接に関わりながら生活している。多くの先住民を含むこれらの人々は、生計・食料と水の安全保障・移動や輸送・文化を、雪や氷河、及び海氷に依存している（FAQ 1.2 参照）。また彼らは、決壊洪水・地滑り・海岸浸食など雪氷圏の変化に伴うハザード（危険）にもさらされている。極域及び高山域の変化は、世界の他の地域の人々にも広範な影響を及ぼす（FAQ 3.1 参照）。

気候システムの温暖化は海面水位の上昇につながる。氷河と氷床の融解によって海水量が増加する上に、海洋が吸収する熱により海が膨張して面積が大きくなるからである。現在の海面は、1900 年よりもすでに約 20 cm 高くなっている。海洋システムの応答が遅いため、海面は今後も数世紀から数千年にわたって上昇し続ける。地球温暖化が止まっても、氷床の融解と海洋の昇温を止めるには数世紀以上かかることになる。

北極圏と高山域での温暖化の進行は、氷河とグリーンランド氷床の急激な表面融解を引き起こしている。永久凍土の融解は、土壌・人間のインフラ・北極沿岸を不安定にし、大量のメタンと二酸化炭素が大気中に放出されることによって、気候変動をさらに悪化させる可能性がある。北極圏の海氷が広範囲に消失したことで新しい輸送ルートが開けているが、同時に重要な種の生息地が減少し、先住民文化の生計に影響が出ている。南極では、氷が暖かい海水と直接接している場所で氷河と氷床が急速に消失し、海面水位の上昇にさらに寄与している。

海洋生態系は、温暖化・貧酸素化・酸性化という気候変動に起因する 3 つの主なストレス要因によって世界的に脅かされている。海洋熱波は表層海のいたる所で発生しており、海が温まるにつれて、より頻繁に、より激しくなっている。これらは、例えばサンゴ礁や魚の個体群などを危険にさらす病気や大量死を引き起こしている。海洋熱波は、陸上で発生する熱波よりもはるかに長く継続し、温水域から離れることができない生物にとって特に有害である。

海洋が温暖化すると、海が保持できる酸素の量が減るだけでなく、海洋が層化する傾向がある。その結果、海洋生物を支えるために必要な酸素が深海へ運ばれる量が少なくなる。また、海洋に吸収された溶存二酸化炭素が水分子と反応すると、海水の酸性度が高くなる。それにより、炭酸塩鉱物で作られるサンゴ・甲殻類・プランクトンなどの海洋生物の貝殻や骨格が溶解されてしまう。これらの気候変動によるストレス要因は、乱獲・過剰な栄養負荷（富栄養化）・プラスチック汚染といった他の人為的影響と並行して発

生している。海洋への人間の影響が弱まらずに続く場合、海洋の健全性とサービスの低下によって、世界経済の損失額は 2050 年までに 4,280 億米ドル／年、2100 年までに 1 兆 9,790 億米ドル／年に上ると予測されている。

海洋と雪氷圏の変化による将来的リスク及び影響の速度と強度は、今後の GHG 排出量に大きく依存する。排出量を抑制すればするほど、海洋と雪氷圏の変化を遅らせ制限することができ、将来的リスクと影響が軽減される。しかし人類は、今後数世紀にわたって続く海面水位の上昇など、過去の排出によって引き起こされる変化の影響にもさらされている。教育を改善し、科学的知識と共に地域の知識や先住民の知識も利用すれば、コミュニティが避けられない変化に適応し、今後の課題に対応するのに役立つ状況固有の選択肢を策定しやすくなる。

FAQ 1.2：海洋と雪氷圏の変化は、持続可能な開発目標（SDG）の達成にどう影響するのか？

海洋と雪氷圏の変化は、国連の SDGs を達成する能力に影響を与える。SDGs の進展は、将来の海洋と雪氷圏の変化を軽減する気候変動対策や、避けられない変化への適応を支援する。SDGs と、環境変化へのコミュニティの適応を支援する対策との間にはトレードオフがあるが、GHG の排出を制限すれば、効果的な適応と持続可能な開発のための選択肢が増える。

SDGs は、人間、地球及び繁栄のための行動を支援する目的で、2015 年に国連によって採択された（FAQ 1.2、図 1）。17 の目標と 169 のターゲットは、2030 年までに貧困と飢餓に終止符を打ち、地球を保護し、ジェンダー及び社会的・経済的不平等をなくすことを目指している。

SDG 13（気候変動に具体的な対策を）は、気候条件の変化が世界的な懸念事項であることを明確に認識している。気候変動はすでに地球の海洋と雪氷圏に広範な変化を引き起こしている（FAQ 1.1）。これらの変化は、食料・水・健康の安全保障に影響を与えており、SDG 2（飢餓をゼロに）、SDG 3（すべての人に健康と福祉を）、SDG 6（安全な水とトイレを世界中に）及び SDG 1（貧困をなくそう）の達成に影響を及ぼしている。気候変動が地球の海洋と雪氷圏に与える作用は、SDG 14（海の豊かさを守ろう）と SDG 15（陸の豊かさも守ろう）の環境目標にも影響を及ぼし、他の多くの SDGs にもさらなる影響をもたらしている。

SDG 6（安全な水とトイレを世界中に）は、海洋と雪氷圏の変化による影響を受ける。山岳氷河が融解すると、当初は水量が増加するが、氷河の縮小が進むにつれて、氷河から供給される、何百万人もの山岳住民や下流のコミュニティ・都市にとって不可欠な水の量も減少し続ける。これらの人々は高山域からの水供給に、飲用・衛生・灌漑、そしてエネルギー（SDG 7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに）にも依存している。水の安全保障は、海水温の上昇によって引き起こされる降雨の規模と季節性の変化によっても脅かされており、一部の地域では激しい嵐や洪水のリスクが、他の地域ではより深刻または頻繁な干ばつのリスクが高まっている。それ以外の影響としては、現在進行中の海面水位の上昇により塩水がさらに内陸に侵入し、一部の沿岸住民の飲料水と灌漑用水が汚染されていることなどがある。このような脅威に対処するには、水供給の信頼性向上を目的とした、雨・融解水・河川流量を管理する新たなインフラが必要になる可能性がある。これらの行動によって洪水のリスクならびに異常降雨や氷河融解による決壊に起因する健康への悪影響が軽減すれば、SDG 3（すべての人に健康と福祉を）にも有益に働くと考えられる。

気候変動が海洋と雪氷圏に与える影響は、SDG 2（飢餓をゼロに）で取り上げられている食料安全保障の進展にも多くの意味を持つ。海洋温暖化による降雨パターンの変化は、一部の地域では乾燥を促進し、他の地域にはより多くの（またはより激しい）降雨をもたらす。山岳地域では、確実に生育する作物と家畜の生産維持において、これらの変化がさまざまな課題をもたらしている。将来の気候条件によりよく適応する作物や家畜の品種開発の面で適応の機会がいくつか見つかるかもしれないが、この対応オプションは気候変動の急速な進行という課題に直面することになる。北極圏では、非常に急速な温度上昇・海氷の縮小・積雪被覆の減少・永久凍土の劣化によって、重要な食料源の生息地と移動パターンが制限されている（SDG 2 飢餓をゼロに）。これらの食料源にはトナカイや海洋哺乳類（SDG 15 陸の豊かさを守ろう；SDG 14 海の豊かさを守ろう）が含まれ、北部先住民コミュニティの多くが依存している主食の狩猟機会の減少を招いている。

気温の上昇、ならびに海洋の養分・酸性度・塩分の変化は、SDG 14（海の豊かさを守ろう）を様変わりさせている。一部の魚種の量と分布が変わり、古くからの漁労による漁獲が変わる一方で、魚群の生息範囲が移動し、新たな沿岸域及び外洋域で漁獲できるようになる可能性がある。

海洋の変化は、小島嶼開発途上国や沿岸の都市及びコミュニティにとって懸念事項である。SDG 2（飢餓をゼロに）に関連して、海産物供給量の減少とそれに関連するリスクのみならず、SDG 3（すべての人に健康と福祉を）、SDG 8（働きがいも経済成長も）、SDG 9（産業と技術革新の基盤をつくろう）、SDG 11（住み続けられるまちづくりを）を含む

複数の SDGs と関連する形で、そこに住む人々の生活・生計・福祉も脅威にさらされている。例えば、海面水位の上昇と海洋の温暖化は、沿岸の住宅やインフラの浸水・熱帯暴風雨の激化・観光業など既成産業の衰退・文化遺産やアイデンティティの喪失などを引き起こすおそれがある。コミュニティや沿岸インフラが改善すればこれらの変化に適応しやすくなる。また、保健セクターや他の救急サービスによる災害対応がより効果的かつ迅速になれば、それらの影響を受けた人々を支援できる。ある状況においては、重要なサービス(場合によってはコミュニティ)を移転することが最適な対応であったり、一部の人々にとっては、故郷からの移住が唯一の実行可能な対応であったりすることもある。

革新的な（transformative）適応と緩和が推進されなければ、気候変動によって 2030 年の SDGs 達成に向けた進展が損なわれ、気候変動に強い開発経路（CRDPs）を長期的に実施することがより困難になる可能性がある。地球温暖化の軽減（緩和）が、海洋と雪氷圏の変化の速度と範囲を制限し、効果的な適応と持続可能な開発のための選択肢を増やす最良の可能性を提供する。SDG 4（質の高い教育をみんなに）、SDG 5（ジェンダー平等を実現しよう）、SDG 10（人や国の不平等をなくそう）が進展すれば、海洋と雪氷圏の変化に対する人々のリスクの要素となっている脆弱性が緩和される。また SDG 12（つくる責任つかう責任）、SDG 16（平和と公正をすべての人に）、SDG 17（パートナーシップで目標を達成しよう）は、持続可能な開発の達成に必要な適応と緩和の規模を推進するのに役立つ。海洋と雪氷圏の避けられない変化への適応をサポートする社会的・物理的インフラに投資すれば、SDGs 達成のためのイニシアチブに人々が参加できるようになる。現在及び過去の気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の取り組みでは、CRDPs の特定に重点が置かれてきた。適切な投資に支えられた適応・緩和戦略を実施すること、ならびに気候変動ハザードにさらされる頻度と脆弱性が高まることに対して SDG イニシアチブが貢献できるという可能性を理解した上で、CRDPs で特定された適応・緩和戦略を適切な投資によって実施することは、SDGs の進展の基礎を作ることができる。



FAQ 1.2、図 1：国連 2030 年持続可能な開発目標（SDGs）

FAQ 2.1：氷河の縮小は下流域への河川流出にどのように影響するのか？

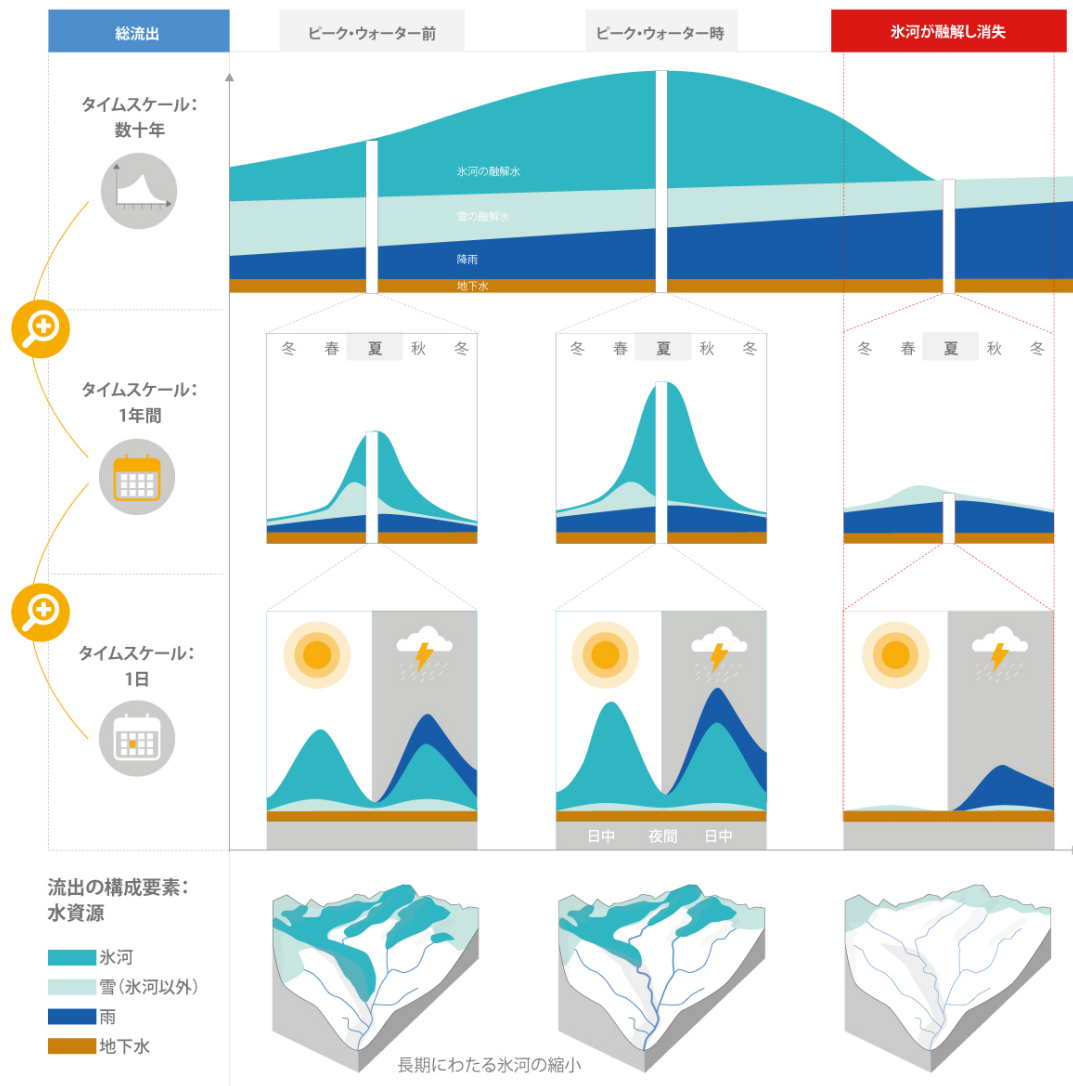
氷河は、農業用水や飲料水など、氷河の近くと氷河から離れた地域両方の人間コミュニティを支える水を供給している。気温が上昇すると山岳氷河が融解し、水の利用可能性が変化する。氷河が溶けると、当初は氷河から離れた下流域への水量が増加するが、氷河の縮小が進むにつれて水供給量は減少し、農場や村・都市は貴重な水資源を失うおそれがある。

氷河融解は河川流出に影響を及ぼす可能性があり、氷河の近くだけでなく、山岳地域か

ら遠く離れた人間コミュニティが利用できる淡水資源にも影響する。温暖化した気候に対応して氷河が縮小すると、長期氷河貯留から水が放出される。氷河の融解速度が速く、通常よりも多くの水が氷河から下流域に流れるため、当初は氷河流出量が増加する。しかし数年または数十年後に「ピーク・ウォーター」と呼ばれる転換点が訪れ、それ以降は氷河流出量、つまり下流への水量が減少する（FAQ 2.1；図 1）。氷河からのピーク・ウォーター流出量は、当初の年間流出量を 50%以上上回ることがある。この余分な水は、水力発電や灌漑などさまざまな用途に活用できる。しかし転換点を超えると、氷河が縮小し続けるにつれて追加の水量も着実に減少し、最終的には氷河が消失したり、氷河が存続できる寒冷域の高地まで後退した時点で時点で止まる。その結果、下流のコミュニティはこの貴重な追加の水源を失うことになる。河川流出の総量は、主に降雨・融雪・地下水・蒸発量によって決まる。

さらに氷河の減少によって、氷河からの水が集まる河川で最も多くの水を利用できる時期や時間も変わる可能性がある。中緯度または高緯度では、冬の雪がなくなり氷河の氷が融け続ける夏に氷河流出量が最大になり、一日のうちでは、気温と日射が最大になる日中に最も多くなる（FAQ 2.1、図 1）。ピーク・ウォーターが起きると、氷河の融解速度がより速くなり、一日の最大流出量も大幅に増加する。アンデス山脈の一部などの熱帯地域では、季節による気温の変動が小さく、年間を通じた氷河流出の量と時期は主に雨季と乾季に左右される。

氷河が下流域での河川流出量に与える影響は、氷河からの距離によって決まる。氷河の近く（例：数 km 以内）では、当初は年間氷河流出量が増加し、ピーク・ウォーターを境に減少に転じる。これが水供給量に大きな影響を及ぼし、氷河からの一日の最大流量が増えることで洪水が発生するおそれがある。氷河から離れた地域では、氷河縮小が総河川流出量に与える影響は小さいか無視できるほどである。しかし山岳地域の氷河からの融解水は、河川流出量が少なくなる暑く乾燥した年や季節には重要な水源になる。またそれによって、氷河から数百 km 離れた地域でも、年ごとの総河川流出量の変動が小さくなる。降雨・蒸発・地下水・融雪など水循環の他の要素は、気候の変化に伴う氷河流出量の変化の影響を相殺または強化する。



FAQ 2.1、図 1：大規模な氷河被覆（例：>50%）のある河川流域からの氷河縮小に伴う流出量変化の概略図。氷河・雪（氷河以外）・雨・地下水など異なる水源からの相対流出量を表示。タイムスケールは以下の3つ：流域全体からの年間流出量（一番上）、一年間の流出量変動（中央）、夏の晴れた日と雨の日における一日の流出量変動（一番下）。ピーク・ウォーターの前、最中、後で流出量の季節変動と日変動が異なっていることに留意。氷河における当初の負の年間質量収支は、最終的に氷河が融解して消失するまで負の度合いが増大する。本図は概略図であるため永久凍土は対象にしておらず、各水源の正確な分配は河川流域によって異なる。

FAQ 3.1：極域の変化は世界の他の地域にどのように影響するのか？

北極と南極の気候変動は、極域以外の地域に住む人々に以下の 2 つの形で影響を及ぼす。1 つ目は、極域の物理的変化と生態的変化が、世界全体に社会経済的影響をもたらすことである。2 つ目は、北極と南極の物理的変化が、地球規模の気候と海面水位にとって重要なプロセスに影響を与えることである。

社会と経済に対するリスクの中で特に重要な側面は、食料供給・輸送・非再生資源へのアクセスである。極域海洋での漁業は地域的及び世界的な食料安全保障を支えており、世界中の多くの国の経済にとって重要である。しかし気候変動によって北極と南極の海洋生息地が変化し、極域の種や生態系が物理的変化に耐えたり適応したりする能力に影響を及ぼしている。このことは、いつ、どこで、どの程度の魚が取れるかを左右する。影響は、地域によって、または気候変動の度合いや人々の対応の効果によっても異なる。一部の極域漁業では最も進んだ管理が行われているが、科学者たちは、既存の予防的かつ生態系ベースの管理アプローチを修正し、海洋生態系や漁業への気候変動による影響に対応できるようスコープを拡大することを模索している。

北極圏を通る新たな輸送ルートは、スエズ運河やパナマ運河を通る従来の輸送路よりも距離が短いためコスト削減につながる。船舶の交通量はすでに増加しており、海氷面積がさらに減少すると北極航路へのアクセスが向上するため、今後数十年間でより実現可能になると予測されている。北極海における海運の増加は、世界貿易、極北諸国、そしてこれまでの海運回廊と強く結びついた経済に社会経済的・政治的影響を及ぼし、同時に北極圏の環境リスクも高めている。また北極海の手氷面積が減少すれば、沖合の石油資源や陸上での資源抽出をサポートする港へのアクセスが拡大する。

極域は、いくつかのプロセスを通じて地球規模の気候に影響を与えている。春の雪と夏の海氷面積が減少すると、地表面がより多くの熱を吸収する。北極圏での変化（主に海氷の消失）が継続すると、中緯度の天候に影響を及ぼす可能性があるという証拠が増えている。北極圏の気温が上昇するにつれて北部地域の永久凍土の炭素貯蔵量が減少し、二酸化炭素やメタンが地表から大気に放出されると地球温暖化への寄与が大きくなる。

極域の手氷と氷河の融解は海面水位の上昇を引き起こし、沿岸域やその大きな人口と経済に影響を及ぼす。現在、グリーンランド手氷（GIS）と極域氷河は、南極手氷（AIS）よりも海面水位の上昇に大きく寄与している。しかし、AIS では氷の消失が加速し続けている。浮遊氷棚の下での融解が進んでいることが主な原因で、それによって氷河の流れが加速している。21 世紀後半以降の南極からの氷の消失量を予測するのは依然として

困難だが、将来の海面水位の上昇に大きく寄与すると予想される。

南極大陸を取り囲む南極海は、深海の水が表層まで上昇するという観点から世界的に主要な区域である。表層で冷たく高密度になった水は、再び深海へと戻っていく。それによって人間が作り出した大量の熱と溶存炭素が数十年から数世紀以上にわたって貯蔵され、大気中の地球温暖化の速度を遅らせている。この海洋循環の強度が将来的にどう変化するかについては、これまでのところ限られた確実性でしか予測することができない。

FAQ 4.1：海面水位の上昇が避けられないことは、沿岸域のコミュニティにどのような課題をもたらし、コミュニティはどのように適応できるのか？

世界的な気候の変化に伴い、海面の上昇は、高潮・暴風雨・洪水と相まって、沿岸と島のコミュニティをますます危険にさらしている。堤防や護岸を建設したり、マングローブやサンゴ礁など自然の特徴を維持したりすることで、それらのリスクから守ることができる。また、海を埋め立てたり、建物を洪水に適応させたりすることも可能である。ただし、すべての対策には限界があり、限界に達した場合は、最終的に移転を余儀なくされることもある。今日行う選択は、沿岸の生態系やコミュニティが将来の海面水位の上昇（SLR）にどう対応するかに影響を与える。GHG 排出量を削減すれば、リスクが軽減されるだけでなく、適応オプションも増えることになる。

世界平均海面水位（GMSL）は上昇しており、今後数世紀にわたって上昇し続ける。多くの人々、資産及び重要な資源は世界中の低平地沿岸域に集中しているため、持続可能な開発に向けた野心が危険にさらされている。多くの沿岸域コミュニティは海面水位の上昇の影響を検討し始めており、極端現象（例えば、高潮・熱帯低気圧）による沿岸洪水・海岸浸食・塩害など、海面水位の上昇により悪化する沿岸域ハザードに対処するための対策が講じられている。しかし多くの沿岸域コミュニティは、今日の極端な海面水位（ESLs）にまだ十分適応できていない。

海面水位の上昇に関する科学的証拠は明白である。世界平均海面水位は、1901 年から 1990 年の間に年間 1.5 mm 上昇し、2005 年から 2015 年の間には年間 3.6 mm に加速した。世界の GHG 排出が緩和されなければ（RCP8.5）、2100 年までに 0.61～1.10 m に上昇する可能性があり、2 m 以上上昇する可能性も排除できない。また GHG 排出レベルや南極氷床（AIS）の応答によっては、2300 年までに 3 m 以上上昇する可能性もある（いずれも不確実性が高い）。排出量緩和の取り組みが非常に効果的だったとしても、

前世紀にはまれであった極端な海面水位（ESL 事象）は 2100 年以前に一般的になり、2050 年以前でも多くの場所で見られるようになる。野心的な適応を行わなければ、沿岸の暴風雨や極端な高潮のようなハザードの複合的影響によって、低平地（low-lying）沿岸域での洪水の頻度と深刻度が劇的に増大する。

海面水位の上昇や適応の文脈は地域や地方によって異なるため、海面水位の上昇に関連するリスクを緩和するには現地の実情に応じてさまざまな形を取るようになる。堤防や護岸のような「ハードプロテクション」は、2m 程度までの海面水位の上昇には効果的にリスクを軽減できるが、いずれ限界に達するのは避けられない。この種の対策は、多くの沿岸都市や一部の小さな島々のように、人口密度が高い低平地沿岸域では利益がコストを上回るが、一般的に、貧しい地域ではそれを講じる財政的余裕がない。マングローブ・海草藻場・サンゴ礁など健全な沿岸生態系を維持すると、「ソフトプロテクション」や他の方策が可能となる。例えば、海岸線の建築物を高くすることによって海面水位の上昇に「適応」することができる。また、土地をかさ上げ（upwards building）したり、海域を埋め立てたり（outwards building）することで海から土地を取り戻すことができる。リスクが極めて高く効果的に軽減できない沿岸地域の場合、海岸線からの「後退」がリスクを排除する唯一の方法であることもある。沿岸域ハザードや海面水位の上昇にさらされている地域では、新規開発を避けることでさらなるリスクを回避できる。

保護対策や適応・事前措置を講じる財政的余裕がない、またはそのような対策がもはや実行不可能あるいは効果的ではない場合は後退が不可避である。低地の島に住む数百万人の人々がこの可能性に直面している。それには、小島嶼開発途上国（SIDS）や、人口密度は高いが集中的に開発されていないデルタ地帯、沿岸部の農村・町、そして海氷の融解や前例のない気象変化にすでに直面している北極圏の人々が含まれる。それによって独特の文化や生活様式は壊滅的な影響を受ける。このように海面水位の上昇に関する社会的選択を行う場合、厳しいトレードオフは避けられず、困難ではあるが、公正かつ公平な結果をもたらすプロセスを制度化することが極めて重要である。

海面水位の上昇にどのように対応するかについて現在行われている選択は、将来どの程度、海面水位の上昇にさらされ被害を受けるかの道筋に大きな影響を与える。協調的な排出削減が遅れると、海面水位の上昇が加速するにつれてリスクも徐々に増加する。従って、地球規模の気候レジリエンスと持続可能な開発の展望は、沿岸域の国・都市・コミュニティが、GHG の削減や海面上昇への適応に関し、緊急かつ持続的で地域に適した行動をどうとって行けるかに大きく依存している。

FAQ5.1: 海洋生物は気候変動の影響をどのように受けているのか？

気候変動は、海洋生態系・経済・社会に大きな影響を及ぼしている。特に海洋の自然資源に依存して生きているサンゴ礁のような海洋生物や、漁業など海洋における人間活動にとって深刻な脅威となっている。地球温暖化を 1.5°C 未満に抑えることで、気候変動によるリスクを軽減することができる。

北極から南極まで、また海面から深海の深遠まで、地球の海の大半の生物は人為的な気候変動による昇温をすでに経験している。多くの場所では辛うじて測定できる程度の上昇かもしれないが、それ以外の場所、特に海表面近くでは、温暖化によって海洋の生物・植物・微生物がすでに劇的な影響を受けている。海水中での化学的変化と密接に関連していることから、利用可能な酸素の量が減少し（海洋貧酸素化と呼ばれるプロセス）、海水中の溶存二酸化炭素の増加によって海洋酸性化が引き起こされている。乱獲や汚染など、気候以外の人間の活動による影響も偏在している。これらのストレス要因とその複合的影響は、海洋のほぼすべての生物・食物連鎖・生態系に有害である可能性が高く、一部はより大きなリスクにさらされている（FAQ5.1、図 1）。将来の気候変動を抑えるために十分な行動を取らない限り、人間社会が受ける影響は深刻なものになる。

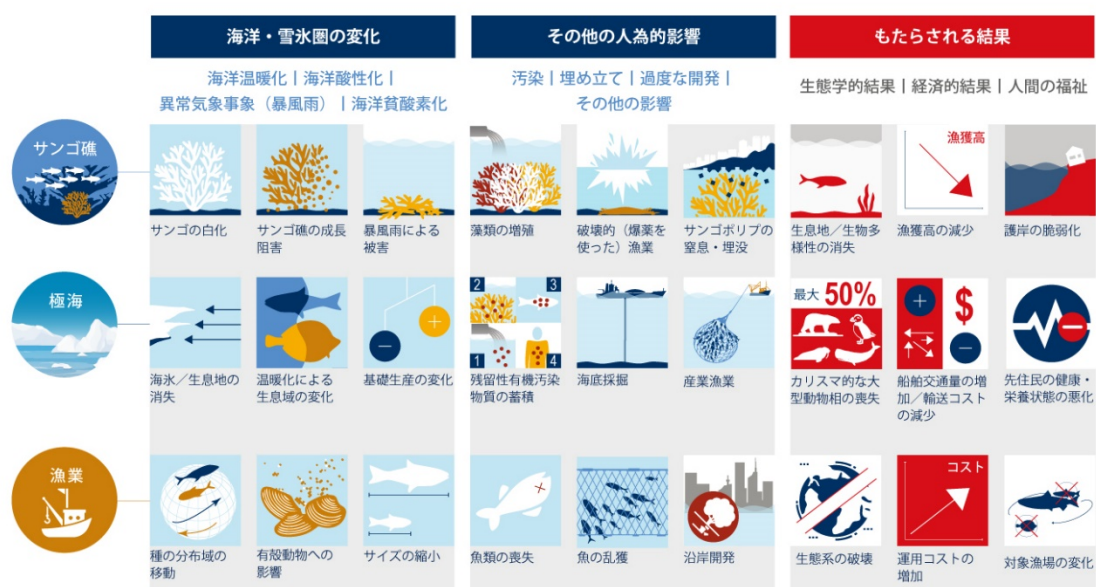
暖水性サンゴ礁は多種多様な海洋生物の生息地であり、熱帯における漁業や他の海洋システム、そして人間システムにとっても極めて重要である。暖水性サンゴ礁は、水温が通常範囲より 1°C~2°C 高い状態で持続すると死亡率が高くなるため特に脆弱である。2015 年から 2017 年の間に多くの熱帯の海でそのような状況が発生し、サンゴが依存している藻類を放出してしまったことで大規模なサンゴの白化が起きた。白化によって大量のサンゴが死亡すると、サンゴ礁が回復するまで通常少なくとも 10~15 年かかる。気候変動の他の影響には、海面水位の上昇・酸性化・サンゴ礁の侵食などがある。一部のサンゴ種は他の種よりも耐性があり、影響も区域によってさまざまだが、将来の気候変動によってサンゴ礁がさらに劣化することは不可避であると考えられる。そうになると、多くの島や低平地の沿岸の防護が失われたり、サンゴ礁が育んでいる高度な生物多様性が喪失されたりするなど、海洋・沿岸生態系も深刻な影響を受けることになる。サンゴの生息域は深海や低温の海域にもあり、サンゴ礁の影響を理解するにはさらなる研究が必要である。冷水性サンゴはより低温の環境にあるため白化のリスクにはさらされていないが、海洋酸性化や他の海洋変化によって弱体化したり成長が阻害されたりする可能性がある。

魚など移動性の種は、より好ましい地域に移動することで気候変動に対応でき、好ましい水温または酸素レベルを求めて極地や深海に移動する。そのため、さまざまな気候変

動シナリオのもとで予測される将来の総漁獲量の減少は、摂氏 1°C の昇温ごとに約 4%（最大 340 万トン）という緩やかなものとなっている。ただし地域差が激しく、気候変動のレベルが高い熱帯地域では、今世紀末までに現在の漁獲レベルの半分以上が失われる可能性がある。一方、極地の漁獲レベルはわずかに増加するかもしれないが、現在乱獲や他のストレス要因によって激減している魚群が、モデルで想定されるように極域に移動できない可能性があるため、増加の程度は不確実である。

極海では、海氷上または海氷下での生活に適応した種が、気候変動による生息地喪失によって直接的な脅威にさらされている。北極海と南極海には、微小プランクトンから魚類、オキアミ、海底性無脊椎動物、さらにはクジラ、アザラシ、ホッキョクグマ、ペンギンに至るまで、豊かで多様な生物が生息している。海水温度の上昇に伴ってより暖水性の種の生息範囲が拡大すると、現在の複雑な相互関係が変化する可能性がある。また酸性化が有殻動物に及ぼす影響や、氷がなくなった海域での人間活動の増加（例：船舶輸送）により、これらの影響が増幅するおそれがある。

気候変動の影響には、極域での潜在的漁獲レベルの増加など人間にメリットをもたらすものもあるが、そのほとんどは、生態系や経済、社会、特に天然資源に大きく依存する場合に破壊的結果をもたらす。ただし国際社会が一丸となり、政府間の取り組みによって世界の地球温暖化を 1.5°C 以下に制限すれば、気候変動の影響を大幅に緩和することができる。



FAQ5.1、図 1：この FAQ で論じられた、サンゴ礁・極海・漁業に対する気候変動（温暖化・酸性化・暴風雨・貧酸素化）の影響とそれがもたらす結果、ならびに人間が及ぼす影響の概略図。

FAQ 6.1: 気候変動に関連する海洋と雪氷圏の急激な変化のリスクにどのように対処できるのか？

GHG 排出量を削減すると、極端現象の発生や急激な変化が起きる可能性を低下させることができる。急激な変化は人間のタイムスケールでは元に戻せない可能性があり、ティッピング・ポイント（転換点）として自然のシステムに新たな状態をもたらす。コミュニティが気候変動のこのような影響から生じるリスクを軽減するには、自らを守るか、新たな環境に適応するかのも二択である。最後の手段として影響を受けた地域から撤退することも可能である。残存するリスクの管理には、多様な専門知識を活用し、さまざまな対策を考慮するガバナンス体制が最も適している。

気候変動は、極端現象に影響を及ぼし、海洋と雪氷圏の急激な変化を引き起こす可能性がある。いずれの現象も、地球温暖化や海面水位の上昇（SLR）など気候変動による他の遅発性（レイテンシー）の影響を増大させるおそれがある。加えて、急激な変化がティッピング・ポイント（転換点）となり、急激な変化が起こる前の状態に戻ることなく、海洋や雪氷圏、さらにそれらの生態系や気候システム全体に新たな状態をもたらす可能性もある。

海洋で急激な変化が起きる可能性は、全地球の海洋循環の重要な要素である大西洋子午面循環（AMOC）の遮断と関連している。AMOC の減速は世界中に影響を及ぼし、サヘル地域で降雨が減少して作物生産が妨げられたり、アジアの夏季モンスーンが弱まったり、大西洋周辺で地域的な海面水位の上昇が増大したり、ヨーロッパで冬の暴風雨が増加する可能性がある。西南極氷床（WAIS）の崩壊は、地球規模の気候のティッピング・ポイント（転換点）の 1 つとみなされており、棚氷が崩壊して氷が海に流れ込むとそのような事象が引き起こされる可能性がある。一般的に、急激な気候現象が発生する可能性を評価するのは困難だが、それらは物理的に説明できる現象であり、生態系や社会に大きな影響を与え、不可逆的な結果を招くおそれもある。

GHG 排出量を削減することは、地球温暖化を許容可能なレベルに抑制し、極端現象や急激な変化の発生を減少させるための主要な対策である。また、緩和に加えて、多様な対策やリスク管理の戦略も講じれば、将来のリスクへの適応を支援することができる。急激な変化に関連する将来のリスクは、地域の実情や事象そのものが持つさまざまな特性に強く影響され、状況に応じて異なる進展を見せる。適応の際の要点の 1 つは、極端現象が既知の影響を単純に増幅するのか、あるいはティッピング・ポイント（転換点）と関連した全く新たな状況を引き起こすのかという点である。もう 1 つの要点は、極端現象または急激な変化が他の事象とは無関係に単体で起きるのか、他の事象と結びついて

連鎖反応的に起きるのか、あるいは複数の事象が同時に起きる複合的リスクの一部として発生し、影響を増幅し合う可能性があるのかという点である。それらによる影響は、極端現象の発生そのものによるものだけにとどまらず、現象にさらされる程度の高まりや脆弱性の変化によって、食料・水・エネルギー供給の確保の低下を伴うなど、大きく悪化することとなる。

海洋と雪氷圏における極端現象と急激な変化を効果的に管理するには、利用可能なあらゆるリソースとガバナンスアプローチを用いる必要があり、具体的には、土地利用と空間計画、先住民の知識と地域の知識などが挙げられる。また生態系へのリスク管理には、生態系の保全・持続可能な資源利用・生態系サービスの価値の認識などが含まれる。さらに、地域からの撤退、新たな状態への適応、防護という 3 つの主なアプローチがあり、単独または組み合わせて実施することで、コミュニティがこれらの現象に適応することを可能にする。すべてに利点と制約があり、実現可能かどうかはそれぞれの状況やコミュニティの適応能力によって決まる。ただし、複合的事象がもたらすより大きなリスクへの対処には、多様な戦略と制度的変革の利点を統合した革新的ガバナンスのみが有効である。リスク削減アプローチを制度的慣行と包摂的意思決定に組み込み、政府機関その他ステークホルダーの諸能力を活用すれば、極端現象を管理しやすくなる。また生活様式や生計手段を変えることで、新たな状態への適応をさらに支援できる可能性がある。

* 本版の翻訳は、公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES） 石川智子、山ノ下麻木乃、森秀行が担当した。

* 本版は、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）による Frequently Asked Questions（©IPCC）の IGES 仮訳である。IGES は、翻訳の正確性について万全を期しているが、日本語版と原典の英語版との間に矛盾がある場合には、英語版の記述・記載が優先する。